

(19)



JAPANESE PATENT OFFICE

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11) Publication number: 2000307376 A

(43) Date of publication of application: 02.11.00

(51) Int. Cl

H03H 9/17

H03H 9/19

(21) Application number: 11145366

(71) Applicant: WATANABE TAKAYA

(22) Date of filing: 16.04.99

(72) Inventor: WATANABE TAKAYA

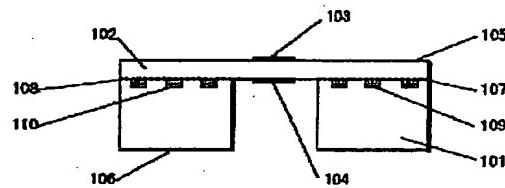
(54) CRYSTAL VIBRATOR

COPYRIGHT: (C)2000,JPO

(57) Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To realize a crystal vibrator that is operated at a frequency of several hundreds MHz as fundamental wave while keeping an excellent frequency temperature characteristics of a crystal with a three-dimensional curve by employing a composite diaphragm structure used at a high frequency band.

SOLUTION: A flat crystal substrate 102 (80 μm thick and 5 mm φ ; in outer diameter) adopting a diaphragm structure to realize high frequency fundamental vibration is joined to a crystal substrate 101 (160 μm thick and 5 mm φ ; in outer diameter) to the center of which a through-hole (2 mm φ ; in diameter) is made by using adhesive layers 107, 108. A metallic layer made of Ni, Cr, Ti, or Ta or the like is formed in advance on a crystal face to be joined by a means such as vapor-deposition sputtering or the like and an Au, Pt layer is formed. The composite diaphragm structure is realized in this way, electrodes 103, 104 to stimulate thickness vibration are formed to this diaphragm part, and the crystal vibrator on which pattern electrodes of lead-out electrodes 105, 106 are formed can be realized.



(19)日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開2000-307376

(P2000-307376A)

(43)公開日 平成12年11月2日 (2000.11.2)

(51)Int.Cl.⁷

H 03 H 9/17
9/19

識別記号

F I

データコード(参考)

H 03 H 9/17
9/19

F 5 J 1 0 8
D

審査請求 未請求 請求項の数2 書面 (全4頁)

(21)出願番号 特願平11-145366

(22)出願日 平成11年4月16日 (1999.4.16)

(71)出願人 595141982

渡邊 隆彌

神奈川県横浜市青葉区鶴志田町533番地
グリーンヒル東4-202

(72)発明者 渡邊 隆彌

神奈川県横浜市青葉区鶴志田町533番地
グリーンヒル東4-202

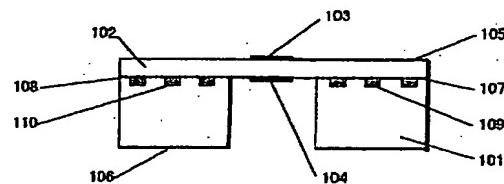
F ターム(参考) 5J108 BB02 CC01 CC02 DD02 EE07
EE14 FF01

(54)【発明の名称】 水晶振動子

(57)【要約】 (修正有)

【課題】 高周波帯で使用される複合ダイヤフラム構造により、優れた水晶の三次曲線の周波数温度特性パターンを保ちながら、基本波振動として数百MHzで動作する水晶振動子を実現する。

【解決手段】 中心部に貫通穴2mmφが設けられた水晶板101(厚さ160μm, 外形寸法5mmφ)に、高周波基本振動を実現するダイアフラム構造となる平板状水晶板102(厚さ80μm, 外形寸法5mmφ)を接合層107, 108により接合する。各々の接合面に蒸着スパッター等の手段により、水晶面上に予めNi, Cr, Ti, Ta等で金属層を形成し、更にAu, Pt層も形成しておく。このように複合ダイヤフラム構造を実現し、このダイヤフラム部に厚み振動を励振する電極103, 104を形成し、さらに引出し電極105, 106のパターン電極も形成された水晶振動子を実現する。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 接合表面が溝加工され、かつ貫通穴または凹部が設けられた母材である水晶板と平板状水晶板とが金属薄膜を介して接合されてなる複合ダイヤフラム構造の水晶振動子において、該水晶振動子を構成する平板状水晶板の上下面には厚み振動を励振する電極が形成されてなることを特徴とする水晶振動子

【請求項2】 母材となる水晶板の厚みが50ミクロン以上で、かつ平板状水晶板の厚みが30ミクロン以下の特許第1項請求範囲の水晶振動子

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の技術分野】 本発明は厚み振動を利用した水晶振動子の水晶板自体の構造に関し、特に高周波帯で使用される複合ダイヤフラム構造の水晶振動子に関し、優れた水晶の三次曲線の周波数温度特性パターンを保ちながら基本波振動として数百MHzで動作する水晶振動子を提供する。

【0002】

【従来の技術】 近年、移動体通信分野における大容量、高周波化の流れにしたがって、使用される圧電材料を使ったエレクトロメカニカル機能部品である水晶振動子やSAWフィルタを始めとする各種フィルタは、高周波化に対応せざるを得なくなってきている。10MHz～100MHz帯は水晶のバルク波振動を利用した水晶振動子や水晶フィルタ、100MHz～1GHz帯は弾性表面波振動を利用したSAWフィルタ等が数多く使用されている。しかしながら、各種通信機器部品の超小型化、高安定化に対しては、水晶板の固有振動を利用したバルク波のバルク波水晶デバイスの方が表面波デバイスであるSAWデバイスに比較しても実現できるデバイスのQや周波数安定度は、根源的に優れた特性をしていることは自明のことである。しかしながら、水晶のバルク波で実現できる周波数は水晶板の厚みの逆数に関係にあることから高周波化の為には水晶板の厚みを薄くする必要がある。取り扱いも含めて水晶板の機械加工による両面研磨での薄板化は $30\text{ }\mu\text{m}$ が実用的限界であり、基本波動作周波数としては55MHzにとどまっている。高周波のバルク波水晶デバイスが要求される場合は、容量比による実現できるデバイス特性の制限はあるものの三倍波、五倍波、七倍波等の高調波振動を利用し実現されている。このようなことから、結晶欠陥の無いスイフト水晶を使って水晶の一部を化学的・物理的に薄くする、いわゆるメサ加工を行い基本波で動作するバルク波水晶デバイスの技術開発が進められている。

【0003】

【発明が解決しようとする問題点】 水晶のメサ加工により、所望とするバルク波水晶デバイスの高周波化はダイヤフラム構造で実現できる。イオンミーリング法は真空中でプラズマにより水晶表面を物理的にメサ加工をおこ

なう方法である。最近注目を集めている化学的エッチング法により水晶のメサ加工をおこなう方法が検討されている。加工材料である水晶が異方性材料であることから、エッチング液の温度管理や液の攪拌等の精密なコントロールが問題となり、再現性や生産性の点から、実験室レベルもしくは少量生産規模にとどまっている。量産化が最大の課題ではあるが、これらメサ構造の実現方法に本質的な問題が内在していることも事実である。

【0004】

【問題を解決するための手段】 本発明の水晶振動子は、複合ダイヤフラム構造を採用している。母材である水晶板に、薄板化する平板水晶を接合する。接合方法としては、光学接合が最適ではあるが、接合する二つの水晶面を鏡面研磨しなければならないことと、水分の浸入を抑えるために両端面を防水加工する必要があり、工業的レベルでは、否定的である。そこで、母材である水晶には、貫通穴あるいは接合面の一部に凹部が設けられている。接合方法としては種々の方法があり、この中でも母材である水晶を鏡面にし、接合面である対向する平板状水晶面を鏡面研磨して原子間レベルでの900°C以上の高温での熱接合が考えられる。しかしながら、キュリー温度以上の熱を水晶に直接加えると相転移が起こり圧電性が消失することから、接合層に金属薄膜を介しての接合方法を選択せざるを得ない。接合する水晶の両面とも平面の場合、接合時に張り合わさった二枚の水晶板に加えられる圧力にアンバランスが起こったりすると、接合時に溶融した接合金属薄膜が両端からの流出量が異なつたり不均一に接合される場合が予測される。実際、テーパ状に接合する恐れがあることが、実験でわかった。そこで、母材となる水晶板の接合表面を溝加工し、接合相手の平板状水晶板とを金属薄膜を介して、真空中での加圧・加熱または超音波接合等で複合ダイヤフラム構造の水晶を作製した。接合時に母材に溝加工が施されていることから、接合面で溶融した金属薄膜のかなりの量がこの溝に流れ込むことから、少ない接合層で、より光学接着に近い形で接合層を介して二枚の水晶板の一体化が実現できる。一体化したこの複合水晶板を従来の両面研磨法で研磨することで、構造上平板状水晶と母材である水晶の厚みの差を大きくすることで、いくらでも薄くできる。基本的には平板状水晶が無くなる接合層まで、水晶をメサ加工できる。

【0005】 本発明の水晶振動子は、接合表面が溝加工され、かつ貫通穴または凹部が設けられた母材である水晶板と平板状水晶板とが金属薄膜を介して接合されてなる複合ダイヤフラム構造で、水晶振動子を構成する平板状水晶板の上下面には厚み振動を励振する電極が形成されてなることを特徴とした水晶振動子である。本発明の水晶振動子は、母材となる水晶板の厚みには本質的な制限がなく、またダイヤフラム構造の水晶板の厚みにも制限が無いことが最大の特徴である。

【0006】本発明の水晶振動子は基本波動作周波数が50MHz以上の中型振動子を対象にし、例えば5mmφの水晶板で物理的厚みを80μm(20MHzの水晶に相当)に選べば、実装面における製造工程の歩留まり向上にも大きく寄与できる。特に、母材である水晶板の厚みを適切に選ぶことにより、水晶板の物理的厚みを80μmに保持したままで、100MHz(ダイアフラム部の厚み16.7μm)で動作する水晶振動子を実現することは、製造上極めて容易である。より高い周波数では振動領域として必要なダイアフラム面積を小さくできることから、外形形状を小型化することで衝撃や振動等の外的環境に対しても耐環境性に優れた水晶振動子が得られることになる。

【0007】本発明の複合ダイアフラム構造の水晶振動子は、厚み振動を利用したATカット水晶振動子が有する三次曲線の周波数温度特性パターンを50MHzから数百MHz以上の広い周波数範囲に渡って実現できることである。製造方法に関しても、外形形状を5mmφ等の円形形状に選ぶことで、平行度の良い研磨法としてこれまで確立されてきた両面研磨による研磨法がそのまま適用できることから、量産効果も期待でき、従来のメサ構造の問題点として指摘されてきたテーパ状に加工されたときのカットアングルのづれに起因する温度特性のバラツキを小さく抑えた優れた水晶振動子が実現可能であることである。また母材とダイアフラム構造部の材質が同じ水晶としていることから熱による歪や加工時の残留応力の影響が少ないことも大きな特徴である。

【0008】

【実施例】

【0009】次に本発明を図面を参照にして説明する。図1は、本発明の水晶振動子の断面図である。超音波加工または化学エッティング等の加工手段で中心部に貫通穴2mmφが設けられた母材となる水晶板101(厚さ160μm、外形寸法5mmφ)に、高周波基本振動を実現するダイアフラム構造となる平板状水晶板102(厚さ80μm、外形寸法5mmφ)に厚み振動を励振する電極103、104が上下に形成されおのの引出し電極105、106がパターンで電気的に接続されている。107、108は母材である水晶板101と平板状水晶板102を一体化接合している接合層である。109、110は母材表面に形成された深さ1μm幅0.1mmの加工溝で0.5mmピッチでクロスに形成されている。なお、溝は接合部の中心部にリング状に形成してもよい。接合層は、まず水晶板101と平板状水晶板102の各々の接合面に蒸着スパッター等の手段でレイアメタル(Ni, Cr, Ti, Ta)を水晶上に形成し、その上にAuやPdを形成する。なお、レイアメタルとAuとの間に、拡散防止用金属Paを挟んで三層構造でもよい。実験では、NiCr 100ÅにAu 150~3000Å蒸着して二層構造とした。真空中で蒸着

された水晶板101と平板状水晶板102面の間にIn金属箔を挟んで治具により固定し、熱接合を行なう。接合方法として、超音波接合でもよい。また、接合用金属箔としてノンフラックスの半田を使用しても目的は遂げられる。接合層の厚みを出来るだけ光学接着に近い形で薄くする必要がある。あくまでも平板状水晶板と母材である水晶板の平行度の実現に注意すればよい。接合による一体化処理後、両面研磨法で所望の薄さまで両面研磨後、上下に電極103、104を形成後、引出し電極105、106をパターン形成し水晶振動子を製作する。

【0010】次に本発明の水晶振動子を実現するための研磨法について述べる。本発明を適用した複合ダイアフラム構造の水晶板の接合強度は条件にもよるが最大で40Kg/cmが得られる。5mmφの円形水晶板で0.1μmのテーパが発生したと仮定すると、カットアングルのづれは約4秒となる。従来の両面研磨法で、貫通穴に充填材(例えばエレクトロンワックス)を充填し、所望の研磨をおこなえば、ダイアフラム構造のメサ加工が実現できる。2Bまたは4Bの4ウェーの両面研磨機の加工圧力は5Kg/cm2程度であることから、本発明の水晶振動子は従来の両面研磨法で強度的にも十分耐えられることから、母材101とダイアフラム部の水晶板102を各々60μmまで研磨することで、100μmの母材101と20μmの平板102となり、基本波8.3.5MHzで動作する水晶板が得られる。電極前に充填材を溶剤で除去する。

【0011】本発明の水晶振動子は基本波動作周波数が50MHz以上の水晶振動子を対象にし、特に、母材である水晶板を5mmφにし物理的厚みを160μm(10MHzの水晶に相当)、平板水晶板を90μm(8.6MHzの水晶に相当)に選べば、複合水晶板の物理的厚みを90μmまで研磨すれば、ダイアフラム部の厚み10μmとなり16.7MHzで動作する水晶振動子も可能である。

【0012】

【発明の効果】以上の通り、本発明の水晶振動子は、これまでのメサ加工プランクの製造法を踏襲しながら、貼り合わせ構造で、所望とする基本波振動を実現する厚みを確保しながら、そのまま次工程の水晶振動子製造工程に使用することで、水晶厚み振動を利用したATカット水晶振動子が有する三次曲線の周波数温度特性パターンを50MHzから数百MHz以上の広い周波数範囲に渡って実現できることである。製造方法に関しても、外形形状を5mmφ等の円形形状に選ぶことで、平行度の良い研磨法としてこれまで確立されてきた両面研磨による研磨法がそのまま適用でき、量産効果も期待でき、従来のメサ構造の問題点として指摘されてきたテーパ状に加工されたときのカットアングルのづれに起因する温度特性のバラツキを小さく抑えた優れた水晶振動子が実現可能のことである。このように、本発明は研磨工程に接

合処理された薄膜付水晶板を貼り合わせることで、そのまま工業的に確立された両面研磨法が適用できることから、その実用性は極めて高い。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の水晶振動子の断面図である。

【図2】水晶振動子の構造の平面図である。

【符号の説明】

101 母材(水晶板)

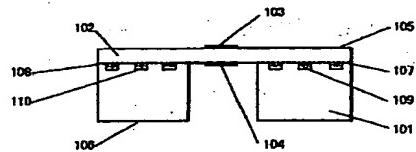
102 平板水晶板

103 電極

104 電極

- | | |
|--------|---------|
| 105 | 引出し電極 |
| 106 | 引出し電極 |
| 107 | 接合層 |
| 108 | 接合層 |
| 109 | 溝 |
| 110 | 溝 |
| 201 | 母材(水晶板) |
| 202 | 平板水晶板 |
| 203 | 電極 |
| 10 204 | 引出し電極 |
| 205 | 引出し電極 |

【図1】



【図2】

